

جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

صندوق البريد ٧٥١ مصر

﴿ النشرة السادسة للسنة السادسة ﴾

٧٦

محاضرة

استعمال المواد المصرية فى الاعمال الصناعية

﴿ لحضرة محمد بك رفاعى ﴾

« القيت بجمعية المهندسين الملكية المصريه »

فى ١١ فبراير سنة ١٩٢٦

الجمعية ليست مسؤلة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود (شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

التشجيع

على استعمال مواد البناء المحلية فى الاعمال الصناعية العمومية

مصر هى مهد صناعة البناء وفن العمارة والانشاءآت البنائية والاعمال العمومية فقدشيد اجدادنا القدماء المعابد العظيمة والهياكل الشامخة والمدافن الفسيحة المفرغة فى بطون التلول الحجرية والاهرامات الضخمة والمسلات العالية الرشيقة وقد أصلح الاولون من ملوك مصر وادى النيل وجعلوه صالحا للزراعة بعد ان تغلبوا على مياه النهر وحصروها بين جسرين وقد اقاموا السدود وفتحوا الترع وشيدوا من الاعمال العمومية ما عاد عليهم بالرقى والرخاء فى عصرهم وما ترك العز والفخر للاجيال التى بعدهم .

وكان قدماء المصريين يعنون كثيرا بصناعة قطع الاحجار ونحتها ونقب الجبال بشكل سراديب ، فقد كان قاطعوا الاحجار الضخمة فى المحاجر والنحاتين والمثالين والبنائين من أهم الطوائف الصناعية فى البلاد وكانوا مقربين للملوك والامراء ورجال الدوله ، وظلت مصر متقدمة فى فن البناء وقطع الاحجار ونحتها فى كل العصور تقريبا ما عدا العصور التى سادت فيها الفوضى وعم الفقر لاسباب داخلية أو بسبب غزو أجنبى .

ولما جاء محمد على الكبير خالق مصر الحديثة ومخلصها من الفوضى والاضمحلال والفاقة التى عمت البلاد فى القرن الثامن عشر عمل هذا النابغة على احياء صناعة البناء في مصر كما أحيي صناعات اخرى عديدة فاحضر المهندسين الفرنسيين للقيام بالاعمال العظيمة ولتعليم المصريين صناعة قطع الاحجار ونحتها بالطرق الهندسية وشيد من الاعمال العمومية ما أوجد مجالا لعمل طائفة كبيرة من البنائين والنحاتين ، ثم جاء الخديوى اسماعيل العظيم الذى كان يعمل دائما لعظمة مصر ورفعها الى مصاف الدول الكبيرة فتقدمت صناعة البناء خطوات اخرى ووجدت رواجا عظيما بما أقامه من اعمال عمومية ومبان

ثم جاء عصر الاحتلال الاجنبي الذى عمل على استيراد مواد البناء من الخارج فاضمحلت بعض الصناعات المصرية التى لها علاقة بصناعة البناء ، والآن وقد بدأنا ندير دفة بلادنا بأنفسنا تحت اشراف جلالة مولانا الملك فؤاد الاول العظيم مشجع العلوم والفنون والصنائع فعلينا أن نعمل لتشجيع وترقية صناعات قطع الاحجار ونحتها والبناء وما يتعلق بها من الصناعات الاخرى ، ولا أبالغ اذا قلت ان هذا طبيعى ومحتم الحصول على ايدى اولادنا أو احفادنا اذا لم يتم على ايدينا فان من يدرس احوال بلادنا الطبيعية والاقتصادية لا يسعه الا التسليم بضرورة نشر وتشجيع الصناعات المتعلقة بفن العمارة والبناء وبضرورة بناء كل ما يمكن بناؤه من الاعمال العمومية بالمواد المحلية من احجار وطوب واسمنت وجير وحمرة وخلافها وذلك للاسباب الآتية : —

اولا : ان مصر لا يوجد بها معدن الحديد ولا الفحم الحجرى واذا وجدت فبكميات يستحيل معها استخراجها بطريقة اقتصادية تسمح ببقاء صناعة تعدين احدها وهاتين المادتين تردان لمصر من الخارج باثمان مرتفعة كثيرا عنها قبل الحرب العظمى اولا ينتظر نزول هذه الاثمان فى المستقبل القريب بسبب ارتفاع مستوى المعيشة فى اوروبا وامريكا وبسبب الاحوال الاقتصادية والضرائب الفادحة التى تدفعها الصناعات فى البلاد التى يرد منها الحديد والفحم الحجرى

ثانيا : ان مصر متوفر بها مواد البناء من احجار صلبة تصلح لاقامة أهم الاعمال العمومية ومن مواد أخرى كالطوب والجير والاسمنت والحمرة وخلافها كافية لسد حاجة البلاد فى الاحوال (العادية) نعم ان الاسمنت المصنوع محليا يتوقف انتشار استعماله على اثمانه في السوق بالنسبة لاثمان الاسمنت الوارد من الخارج متى تساوت الاثمان وثبت صلاحيته للغرض .

ثالثا : قد ثبت لدى علماء الاقتصاد ان اثمان الحديد آخذة فى الزيادة المضطردة لان كميات الحديد والفحم الحجرى فى العالم آخذة فى النقصان وقد اختلفوا فى تقدير المدة التى تنتهى فيها كميات الحديد والفحم الحجرى من مناجم العالم وبعد انتهاء تلك المدة التى تقدر بالمتوسط مائتى عام تصبح اثمان الحديد مرتفعة جداً ويستعاض عنه بمواد أخرى فى معظم الانشاءات .

وفى الحقيقة ان واجب الصنعة يقضى على كل مهندس قبل

الاقدام على اقامة اى كوبرى او انشاءات معدنية ان يفكر جديا فى ايجاد طريقة اخرى لتلافى ذلك فانى اعتقد انه قد مضى الوقت الذى كان فيه تأخر صناعة البناء وقلة وسائل التأسيس فى الاراضى الرخوة وتحت الماء تقف فى طريق اقامة الانشاءات المعدنية على الاحوال الاستثنائية كان يكون المجرى او الوادى المراد تعديته بكوبرى واسعا جدا وغير متيسر عمل بغال او اكتاف متوسطة وكان يكون الارتفاع المتيسر لانشاء الكوبرى بموجبه قليلا ولا يسمح بانشاء كبارى من العقود البنائية ، وكان تكون ارض الاساسات رخوة لعمق كبير ولا يمكن التأسيس عليها بطريقة اقتصادية تضمن عدم انحراف الاكتاف او البغال فى المستقبل ففى هذه الاحوال يحتم انشاء كبارى معدنية

بهذه المناسبة نذكر هنا مسألة الكبارى التى تنشأ على الترع الكبيرة الملاحية فى القطر المصرى فقد جرت العادة بانشائها متحركة أفقيا أو رأسيا ومن الحديد كلها أو على الاقل فى الجزء المتحرك منها وانى ارى انه قد حان الوقت للاقلاع عن هذه الطريقة الغير اقتصادية من جميع الوجوه وذلك بانشاء مثل هذه الكبارى من البناء أو من الاسمنت المسلح مع ترك ارتفاع كاف اسفلها لمرور الرفاصات والمراكب (بعد توطئة القارية للاخيرة) هذا مع مراعاة تشجيع نشر استعمال الرفاصات التى تجر الصنادل فى الملاحة الداخلية لان استعمالها أضمن من استعمال المراكب التى يتوقف سيرها على حالة الرياح وعلى سرعة المياه فى النيل والترع الملاحية .

ولاجل نشر وتشجيع استعمال الانشاءات البنائية يجب ان نذكر المهندسين بعيوب الانشاءات المعدنية فوق عيوبها الاقتصادية بالنسبة لمصر وهذه العيوب تتلخص فيما يأتى : —

١) قابليتها للتلف السريع بسبب الحوادث الفجائية او الاهمال في الصيانة .

٢) تكاليف الدهان بالبوية وهى تكاليف باهظة ومتكررة لان الصلب الطرى الذى تصنع منه الكبارى الا ن له عدو طبيعى وهو الصدأ يقتضى للتغلب عليه دهان الانشاءات الحديدية بالبوية من وقت لآخر وقد وجد ان احسن انواع البويات الخاصة بذلك لا تعيش اكثر من عشر سنوات هذا فضلا عن صعوبة مراقبة عملية الدهان بمعرفة المهندسين لان عمال الدهان يستعملون سقايل معلقة لا يمكن للمهندسين الوصول الى معظمها .

٣) الشروخ التى تحصل في اجزاء الكبارى الحديدية او سقوط بعض مسامير البرشمة منها لا يسهل على المهندسين ملاحظة اصلاحها لانهم فى ذلك ايضا تحت رحمة العمال الذين يستعملون سقايل معلقة .

٤) الكبارى المعدنية تصمم دائما لتحمل اثقال معينة فلا يمكنها تحمل اكثر منها بعد اتمام انشائها فاذا زادت الاثقال المتجولة على الطرق بسبب التقدم العالمى فانها تصبح مقصورة الفائدة على احمال محددة كما هو حاصل الآن لكوبرى قصر النيل بالقاهرة اما الكبارى البنائية فانها بسبب ثقلها العظيم وتصميمها تحمل كل ما قد يظهر

من الاعمال الكبيرة فى المستقبل .

فلهذه الاسباب المتقدمة أرى انه من اوجب الواجبات على كل مهندس مصرى ان يفكر ويعمل على اقامة كل ما يمكنه من الانشاءات والمبانى العمومية بالمواد المحلية الناتجة من البلاد واذا تعذر فى بعض الاحيان وجود المواد المحلية الصالحة لبناء شيء معين فعلى المهندس ان يقتصر على ادخال الضرورى جداً من المواد الاجنبية كما يجب على كل مهندس تشجيع استعمال المهمات او الاجهزة المصنوعة داخل البلاد من مواد موردة من الخارج متى ثبت لديه صلاحيتها للغرض المقصود منها .

وهناك طريقة لبناء الانشاءات عموما تدخلها مواد اجنبية ولكنها تغنى البلاد عن استيراد كميات كبيرة من الحديد وأخرى من البويات اللازمة لدهان الانشاءات الحديدية وأعنى بها طريقة الخرسانة المسلحة ولذلك أرى انه من الواجب ايضا على كل مهندس مصرى ان يشجع استعمال الخرسانة المسلحة فى كل الانشاءات التى لا يمكن عملها من الحجر او من الطوب الخالص خصوصا وان كميات الاسمنت المصنوعة داخل البلاد آخذة فى الزيادة وقد يأتى يوم تسد فيه معامل الاسمنت المحلية حاجات القطر من الاسمنت البورتلاندى، واذا راعينا ان كميـــة الحديد التى تدخل فى الانشاءات الخرسانية المسلحة لا تذكر بجانب الكمية اللازمة منه فى حالة عملها من الحديد الخالص هذا فضلا عن ان الحديد الذى يدخل فى الخرسانة المسلحة

لا يحتاج لمصاريف صيانة من بويات وغيرها لانه محاط بالخرسانة بخلاف الحديد الذى يدخل فى الانشاءات المعدنية المعرض للتأثيرات الجوية ، ومن باب الارشاد نورد هنا أمثلة عن كيفية انشاء الاعمال الصناعية من مواد محلية بقدر الاستطاعة وذلك لامكان النظر فى وضع سياسة عامة أو نماذج للانشاءات العمومية فى بلادنا .

١) البرابخ التي لا تزيد فتحتها عن متر واحد .

البرابخ التى يطلب انشاؤها تحت جسور الترع او جسور الطرق او جسور السكك الحديدية او جسور النيل التى لا تزيد فتحاتها عن متر واحد يجب ان تكون من مواسير الخرسانة المسلحة او الغير مسلحة او من مواسير الفخار المطلى واذا لم يتيسر الحصول على مواسير كبيرة (بين اقطار ٦٠ سنتيمتر ومتر مثلا) فيمكن بناء هذه البرابخ بالطوب او بالخرسانة المسلحة او الغير مسلحة ، فاما مواسير الخرسانة المسلحة او الغير مسلحة ومواسير الفخار المطلى فتعيش تحت الارض زمنا طويلا جدا خصوصا اذا أحسن استعمالها ووضعت حسب اصول الفن فانها تعيش تقريبا الى الابد لانها من معدن الارض بخلاف مواسير الصاج ومواسير الزهر القصيرة الاجل تحت الارض فضلا عن زيادة نفقاتها والجدول (رقم ١) يبين تفاصيل مواسير الخرسانة المسلحة التى يمكن صناعتها فى مصر والجدول (رقم ٢) يبين تفاصيل المواسير الاسمنت العادة الممكن صناعتها فى مصر والجدول

(رقم ٣) يبين تفاصيل المواسير الفخار المطلى التى ترد من الخارج ويمكن صناعتها فى مصر ويراعى دائما أن يكون سمك المواسير الفخار المطلى نحو $\frac{1}{12}$ من القطر حتى تكون قادرة على تحمل الجسور الواقعة فوقها والاثقال التى تمر عليها .

وأما برابخ هـذا الحجم التى تبنى من الطوب او من خرسانة الاسمنت الغير مسلحة يمكن عملها حسب النموذج المبين بالشكلين (رقم ١) الذى يبين بربخا فتحته مترا واحدا بطريق رئيسى عرضه ٨ متر (انظر لوحة ١٣ أطلس)

٢) البرابخ والقناطر والكبارى ذات الفتحات من متر الى خمسة امتار

نرى انه يجب بناء مثل هذه القناطر او الكبارى بعقود من الطوب او من الحجر النحت او من خرسانة الاسمنت او بأرضية بشكل طابق من الخرسانة المسلحة على اكتاف من الطوب او من خرسانة الاسمنت وذلك حسب الموقع والظروف فى كل حالة ولا توصى بعمل اكتاف من الخرسانة المسلحة لانها تتكلف اكثر من اكتاف الطوب او الخرسانة العادية لقلة الايدى المتمرنة على اعمال الخرسانة المسلحة فى هذه البلاد فى الوقت الحاضر .

فاما البرابخ او القناطر التى تبنى بعقود من الطوب فيراعى فيها أن مناسيب المياه ومناسيب السطح العلوى للجسر او الطريق تسمح باستعمال هذا النوع وفى هذه الحالة يكون هو أقصد وادوم نوع متى توفرت الشروط الفنية فى المواد والتصميم والتنفيذ وقد وجدنا انه

ق	ل	ا	حـ	د	مصنوعة بطريقة الصب: س	ب	مسطح التسليح الدائري في القدم الطولي مقدراً بالبوصة المربعة	مصنوعة بالماكينة: س	ب	مسطح التسليح الدائري في القدم الطولي مقدراً بالبوصة المربعة	مسطح التسليح الطولي الكلي بالبوصة المربعة	العدد الأدنى للأسياخ الطولية	مسطح قطاع الفجوة بالقدم المربع
بوصة	قدم	بوصة	بوصة	بوصة	بوصة	بوصة		بوصة	بوصة				
١٢	٦	٢¾	٢½	٤¾	٢	١٧	٠٫٠٧٠	١¼	١٦	٠٫٠٩٤	٠٫١٩٦	٤	٠٫٧٩
١٥	"	"	٢¾	"	٢¼	٢٠½	٠٫٠٩٤	١¾	١٩½	٠٫١٢٣	"	"	١٫٢٣
١٨	"	"	٣	"	٢½	٢٤	٠٫١٢٣	٢	٢٣	٠٫١٩٠	"	"	١٫٧٧
٢٤	٤	٣⅛	٣½	٥¼	٣	٣١	٠٫١٨٠	٢½	٣٠	٠٫٢٣١	"	"	٣٫١٤
٣٠	"	٣½	٤	٥½	٣½	٣٨	٠٫٢٣٤	٣	٣٧	٠٫٤٢٠	٠٫٣٩٣	٨	٤٫٩١
٣٦	"	"	٤½	٥¾	٤	٤٥	٠٫٢٧٨	"	٤٣	٠٫٥٩٠	٠٫٦١٤	"	٧٫٠٧
٤٢	"	"	٥	٦	٤½	٥٢	٠٫٤٤٢	٣½	٥٠	٠٫٦١٨	"	"	٩٫٦٢
٤٨	"	"	٥½	"	٥	٥٩	٠٫٥١٦	٤	٥٧	٠٫٦٨٨	١٫٢٠٠	"	١٢٫٥٧
٥٤	"	"	٦	٦½	٥½	٦٦	٠٫٥٩٠	٤½	٦٤	٠٫٧٨٠	١٫٣٢٦	١٢	١٥٫٩١
٦٠	"	"	٦½	"	٦	٧٣	٠٫٦٦٠	٥	٧١	٠٫٨٢٠	"	"	١٩٫٦٤

ملحوظات
-١- الابعاد مبينة بالبوصة والقدم لامكان المقارنة مع المصنوعات الاجنبية واتباعاً لاحوال التجارة
-٢- نسب الخرسانة تكون ١ : ٢ : ٤ والزلط المستعمل يجب ان يمر في منخل قطر فتحاته ¾"
-٣- المواسير التي اقطارها فوق ٢٤ بوصة يكون لها طبقتان من التسليح الدائري مسطح قطاع كل طبقة يساوي نصف الكمية المبينة اعلاه
-٤- يجب ربط الأسياخ في كل نقط تقاطعاتها

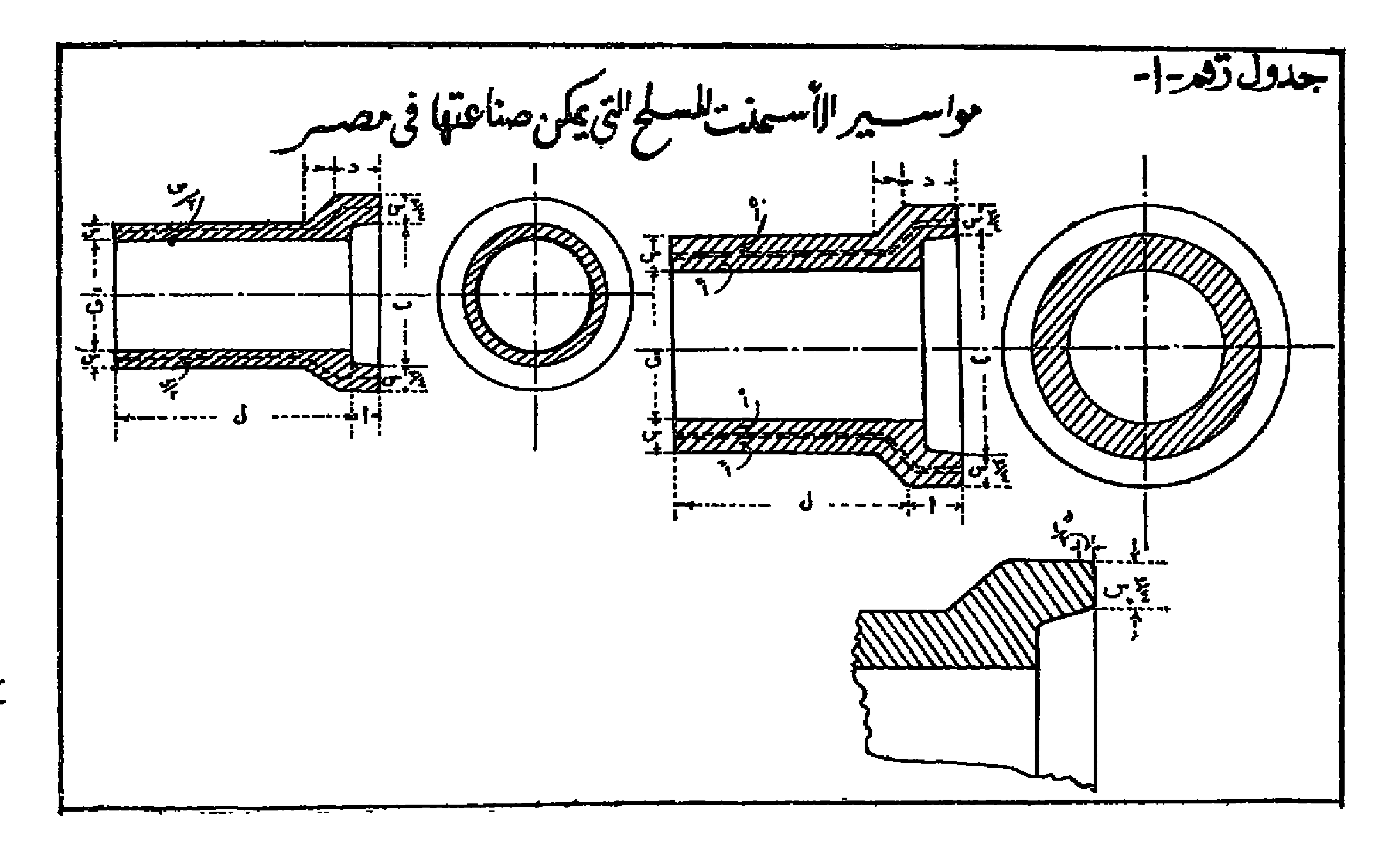
جدول رقم ٢

« مواسير خرسانة الاسمنت الممكن صناعتها في مصر »

قطر الماسورة بالبوصه	سمك الجدران بالبوصه	طول القطعة بالقدم	طول الرأس بالبوصه	المكعب في القدم الطولي بالقدم المكعب
١٢	١	٢ ١/٢	٢ ١/٢	١٫٠٦٩
١٥	١ ١/٤	»	»	١٫٦٧٠
١٨	١ ١/٢	»	٣	٢٫٤٠٥
٢٠	١ ٣/٤	»	»	٢٫٩٦٩
٢٢	١ ٥/٦	»	»	٣٫٥٩٣
٢٤	٢ ١/٨	»	»	٤٫٣٥٣
٢٧	٢ ١/٤	٣	٣ ١/٢	٥٫٤١٢
٣٠	٢ ١/٢	»	»	٦٫٦٨٢
٣٣	٢ ٣/٤	»	٤	٨٫٠٨٤
٣٦	٣	»	»	٩٫٦٢١

ملحوظة (١) تركيب الخرسانة يكون ١ : ٢ : ٤ وحجم الزلط يجب ان يكون بحيث يمرّ فى مهزة قطر فتحاتها ٣/٤ ″

ملحوظة (٢) يجب تجفيف المواسير لمدة اسبوعين قبل استعمالها.


جدول رقم -١-
مواسير الأسمنت المسلح التي يمكن صناعتها في مصر

جدول رقم — ٣ —

مواسير الفخار المطلى

(الممكن صناتها فى مصر والجارى ورودها من الخارج)

قطر الماسوره بالبوصه	سمك الجدران بالبوصه	طول القطعة بالقدم	طول الراس بالبوصه
٤	١/٢	٢ ١/٢	٢
٥	»	»	»
٦	»	»	»
٧	٢/٣	»	»
٨	»	»	»
٩	٣/٤	»	»
١٢	١	٣	٢ ١/٢
١٥	١ ١/٤	»	»
١٨	١ ١/٢	»	٣
٢٠	١ ٢/٣	»	»
٢٢	١ ٥/٦	»	»
٢٤	٢ ١/٨	»	»
٢٧	٢ ١/٤	»	٣ ١/٢
٣٠	٢ ١/٢	»	»
٣٣	٢ ٣/٤	»	٤
٣٦	٣	»	»

« تابع الجدول رقم ٣ »

ملحوظة (١) يراعى ان يكون سمك الجدران $\frac{1}{12}$ من القطر الداخلى على الاقل .

ملحوظة (٢) يراعى ان يكون طول الرأس ٢ بوصة على الاقل .

« (٣) يجب ان تكون المواسير محروقة تماما و بأتقان و بدون شروخ او عيوب فى الاستقامة ويجب ان يطلى كل سطحها من الداخل والخارج بالملح المخصص لذلك اثنا عملية الحريق ما عدا السطح الداخلى للرأس والخارجى للديل بطول يساوى ثلث الرأس . ويجب ان يكون الطلاء تاما فى كل نقطة وجزءاً لا يتجزأ من جسم الماسورة .

ملحوظة (٤) يراعى تجربة المواسير قبل استلامها لاثبات جودة صنعها وحرقهـا وطلائها ولمعرفة مقـدار امتصاصها للماء ومقدار تحملها قبل الكسر .

يمكن استعمال هـذا النوع على معظم المصارف الصغيرة والمتوسطة وعلى بعض الترع ذات مناسيب المياه الواطئة بالنسبة لما حولها .

واما البرابخ او القناطر التى تبنى بالحجر النحت (ومن خلفه الدبش بالطبع) فهى التى تحتم مواقعها ذلك بان تكون واقعة فى مدينة او تكون مجاورة لاعمال صناعية عظيمة او بان عمومية كبيرة مشيدة بالحجر النحت .

واما البرابخ او القناطر التى تبنى من خرسانة الاسمنت العادية فهى التى يحتم موقعها ذلك ايضا وتبنى عادة بخرسانة الاسمنت بدلا من الحجر النحت لانها أقصد منه فى بعض الاحوال ولانه يمكن جعل السطح الظاهر منها ذو منظر جميل مثل مداميك الحجر النحت الشكل(رقم ٢) (لوحة ١٤ أطلس) يبين نموذج بربخ او قنطرة بعقد من الطوب اومن الحجر النحت او من خرسانة الاسمنت فتحته ٥ متر لطريق عرضه ٦ متر بافريزين كل منهما متر واحد :

وأما الكبارى التى تبنى بأرضية بشكل طابق من الخرسانة المسلحة فهذه يمكن عمل اكتافها من الطوب او من خرسانة الاسمنت العادية والشكل(رقم ٣)(لوحة ١٥ أطلس) يبين كوبريا من هذا النوع لطريق عرضه ٦ متر بافريزين كل منهما متر واحد .

٣) الكبارى ذات الفتحات من ٥ متر الى ١٥ متر :

يمكن بناء مثل هذه الكبارى بعقود بالحجر النحت او بخرسانة الاسمنت اذا اقتضت الظروف وموقع الكوبرى ذلك بان يكون داخل مدينة او بجوارها او قريبا من مبانى عظيمة مشيدة بالحجر النحت .

ومثل هذه الفتحات لغاية ٨ متر يمكن بناؤها بسهولة بعقود من الطوب على اكتاف من الطوب ايضا .

كل الكبارى التى فتحاتها بين ٥ متر و ١٥ متر يمكن بناؤها

بالخرسانة المسلحة بشكل كمرات طولية وطابق او كمرتين طوليتين واحدة على كل جانب وكمر عرضى وطابق وتكون الاكتاف فى هذه الحالات مبنية من الطوب الخالص او من الطوب فى الواجهة وخلفه الديش او من الحجر النحت وخلفه الدبش او من الخرسانة الاسمنتية العادة .

اما بناء الاكتاف من الاسمنت المسلح فهذا لا حاجة لبلادنا به إلا في احوال خاصة فضلا عن زيادة تكاليفها بالنسبة للاكتاف التى تبنى من الطوب او الدبش بسبب الاخشاب اللازمة لعمل القوالب وبسبب قلة العمال المتمرنين على اعمال الاسمنت المسلح فى مصر فى الوقت الحاضر .

والشكل (رقم ٤) (لوحة ١٦ أطلس) يبين كوبريا فتحته ١٢ متر من هذا النوع لطريق عرضه ٦ متر وافريزين كل منهما متر واحد .

٤) الكبارى ذات الفتحات من ١٥ متر فا فوق :

الكبارى الثابتة او التى بها أجزاء متحركة للملاحة التى من هذا الحجم جار انشاؤها فى مصر فى الوقت الحاضر من الحديد كلها او من الحديد وبأرضيات من الخشب وكلا المادتين تردان من الخارج فلاجل الاقتصاد فى استعمال الحديد والخشب بكثرة فى مثل هذه الاعمال اقترح انشاء مثل هذه الكبارى باحدى الطرق الآتية :

ا) بشكل اكتاف وعقود من الطوب بتقسيمها الى فتحتين.
ب) بشكل اكتاف وعقود من الحجر النحت بفتحة او اكثر
حـ) بشكل اكتاف وعقود من الطوب وكمر وأرضية من الاسمنت المسلح بتقسيمها الى فتحتين او اكثر
ء) بشكل اكتاف وعقود من خرسانة الاسمنت بفتحة واحدة العادة. او اكثر والعقد يكون بشكل ريشتين (Anneaux)
هـ) بشكل اكتاف من خرسانة الاسمنت وعقود من الاسمنت المسلح بفتحة واحدة او اكثر والعقد يكون ايضا بشكل ريشتين

ومزايا هذه الانواع من الوجهة المصريه هى : —
١) ان معظم المواد المستعملة فيها محلية .
٢) ان معظم الايدى العاملة التى تقوم بتشييدها مصرية .
٣) انها لا تحتاج لمصاريف دورية للصيانة مثل الكبارى المعدنية فتتوفر مصاريف الدهان والبويات وخلافها التى ترد من الخارج
٤) انها ذات صفة دائمة وتعيش الى الابد تقريبا متى احسن استعمالها وأحسنت صيانتها .
٥) ان تكاليفها الاولى اى تكاليف انشائها هى كل ما تتكلفه تقريبا طول عمرها فان مصاريف صيانتها بالمحافظة عليها لا تذكر بجانب مصاريف صيانة الكبارى المعدنية .

ا) والنوع الاول وهو الكبارى ذات العقود المشيدة من الطوب على جملة فتحات يجب استعماله عند ما يكون المجرى ليس عميقاً ولا

يسمح منسوب الجسر فوق الكوبرى بعمل فتحة واحدة بعقد واحد، وأرى ان هذا يمكن استعماله بنجاح واقتصاد عظيمين على الوديان العميقة في مديرية الفيوم مثل مجرى مصرف الوادى ومجرى مصرف البطس وما شابههما بتلك المديرية ويمكن استعماله على كل مجارى المياه الغير ملاحية في باقى المديريات التى تسمح احوالها بتقسيم المجرى الى فتحتين او اكثر والتى يمكن التأسيس فيها بطريقة السدود ونزح المياه بالطنابير او بالطلمبات .

ب) والنوع الثانى وهو الكبارى المشيدة من الحجر النحت بفتحة واحدة او اكثر يمكن استعمالها عند ما تسمح بذلك مناسيب سطح المياه وسطح الطريق فوق العقد وطبيعة الارض حتى يكون انشاء الاكتاف اقتصاديا ولا يقتضي التأسيس طريقة الهواء المضغوط إلا فى الاحوال المهمة كأن يكون الكوبرى المراد انشاؤه واقعاً فى مدينة مهمة .

وعلى العموم لا أوصى باستعمال هذا النوع إلا فى أحوال خاصة فى المدن الكبيرة عند ما يكون موقع الكوبرى مجاوزا لمبانى عمومية عظيمة مثال ذلك كوبرى السكة الحديد (خط طنطا الى المنصورة) الواقع بمدينة طنطا على ترعة القاصد وفتحته متر ٨ وهو مشيد كله من الحجر النحت وشكله جميل للغاية وعلمت انه لم يصرف عليه شيء تقريباً لصيانته منذ انشائه :

حـ) والنوع الثالث وهو الكبارى المشيدة باكتاف من الطوب

وأرضية من الاسمنت المسلح على فتحتين او اكثر هو مثل كبارى الاسمنت المسلح ذات الكمر الطولى والكمر العرضى والطابق السابق الكلام عليها فى باب الكبارى ذات الفتحات من ٥ متر الى ١٥ متر والفرق الوحيد هو أن هذه تشيد على فتحتين او اكثر بعمل بغلة او اكثر فى وسط المجرى او بدق خوازيق من الاسمنت المسلح اذا تعذر بناء بغال من الطوب فى وسط المجرى .

وهذا النوع جارى استعماله بكثرة فى مصلحة الطرق والكبارى على مجارى المياه العمومية الكبيرة الغير ملاحية وعلى الملاحية منها ايضاً بجعل احدى الفتحات من الحديد ومتحركة على بغله من البناء اوعلى صينية مشيدة على جملة خوازيق من الاسمنت المسلح .

د) والنوع الرابع وهو الاكتاف والعقود من خرسانة الاسمنت العادية بفتحة او اكثر هو النوع الواجب انتشاره وتعميمه فى هذا القطر بعد ان اصبحت اثمان الاسمنت معتدلة جدا ولتوفر الرمل الجيد والزلط فى البلاد وهى المواد اللازمة للبناء بخرسانة الاسمنت العادية وانى اكرر أنه من الواجب تعميم ونشر استعمال هذا النوع فى مصر خصوصا بعد ظهور التحسينات التى ادخلها المسيو سيجورنيه والمسيو فريسينيه المهندسين الفرنسيين المشهورين على طريقة انشاء العقود الكبيرة وشيوع استعمالها فى فرنسا وأوصى كل مهندس يريد انشاء عقد كبير بان يتبع طرق المسيو سيجورنيه والمسيو فريسينيه فى انشائه وحيث ان طريقة المسيو فريسينيه هى حديثة وطبقت لاول مرة فى فرنسا

فى سنة ١٩١٤ فى انشاء كوبرى على نهر *Lot* عند مدينة *Villeneuve* ولم ينشر عن هذه الطريقة شيء قبل سنة ١٩٢١ فقد رأينا ضرورة شرحها هنا لاطلاع المبتدئين من زملائى المهندسين على تفاصيلها ولتذكير الجميع بفوائدها ليسعوا فى تعميم استعمالها .

طريقة المسيو فريسنييه لانشاء العقود الكبيرة .

تتلخص هذه الطريقة بانها عبارة عن فك عبؤة أى عقد بطريقة رفعه الى أعلا بعد أتمامه بدلا من طريقة تخفيض العبوة بواسطة أحد الاجهزة المعروفة كما كان متبعا قبل ظهور هذه الطريقة وكما لا يزال متبعا بمعرفة الذين يجهلون هذه الطريقة

وعيوب الطريقة القديمة المتبعة لفك العبوات بتخفيضها تنحصر فى انها تسمح بتحميل العقود بطريقة غير مباشرة فانه بتخفيض العبوة يقصر محور العقد وينخفض المفتاح (الغلق) — ويصبح العقد أقل انحناء مما كان قبل فك العبوة ولذلك يشاهد أن العقد لا ينتقل من الحالة التى كان عليها وقت بنائه الى حالة التحميل الا بعد حصول تغير فى شكله (أى فى منحنى المحور)

وهذا التغير في شكل العقد فى الحقيقة لا يحصل كله بعد فك العبوة مباشرة بل يحصل بعضه تدريجا أثناء تكميل الكوبرى ببناء المراينين والدروة وانشاء الطريق أو السكة ويحصل بعضه ببطء لمدة طويلة بسبب طول الوقت اللازم لجفاف المونة وتصلبها

ومن جهة اخرى فان التغير اليومى للحرارة وتعاقب فصول الرطوبة والجفاف تسبب حركات تمدد وانكماش فى مبانى العقد فاذا كانت درجة حرارة مبانى العقد وقت تربيجه (فك العبوة) تختلف عن متوسط درجة الحرارة السنوية فالفرق بين الاثنين يكون سببا دائما لحصول تغيير فى طول العقد فى بحر كل سنة

ففى العقود الحجرية (المبنية بالحجر النحت والدبش) المتبع فى انشائها أحدث طرق بناء العقود يشاهد ان السببين الرئيسين لاحداث تغيير فى طول العقد وهما الهبوط وقت فــك العبوة والوقت اللازم لجفاف وتصلب المونه تقل اهميتهما كثيرا والسبب الأول يزول تأثيره لانحصاره فى خمس أو ثلاثة أعشار المكعب وهى نسبة المونة فى المبانى بالدبش والحجر النحت فى الأوجه الظاهرة

أما فى العقود التى تبنى من خرسانة الأسمنت فان الاسباب السالفة الذكر تحدث قصرا محسوسا فى طول محور العقد تظهر أهميته من المثال الآتى . —

أولا القصر فى حدود المرونة بسبب تحميل العقد بثقله الخاص وبالحمل الدائم الواقع عليه التى تحدث جهد الضغط المحسوب وقت تصميم العقد — وحيث أن جهد الضغط فى حساب العقود الكبيرة المصنوعة من الخرسانة الاسمنتيه يبلغ ٣٠ كيلو جراما على السنتيمتر المربع وحيث ان معامل المرونة لخرسانة الاسمنت هو ٢ ° ١٠ فيكون القصر الناتج فى وحدة الطول مقداره . —

$$\frac{٣٠}{٥١٢} = \frac{١٥}{١٠٠٠٠٠}$$

أى نحو ١٣ مليمتر فى عقد فتحته ٨٠ مترا وتنفيخه $\frac{١}{٥}$

ثانيا الفصر بسبب جفاف وتصلب المونة الذى يبلغ نحو $\frac{٨}{١٠٠٠}$ الى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من الطول فاذا اخذنا بالمقدار المعتاد له وهو $\frac{٦}{١٠٠٠}$ فان هذا القصر يبلغ ٥٣ مليمترا فى عقد فتحته ٨٠ مترا وتنفيخه $\frac{١}{٥}$

ثالثا اذا فرضنا أن متوسط درجة الحرارة السنوية منخفضه بمقدار عشرة درجات عن متوسط درجة حرارة العقد وقت انشائه (بفرض أن العقد تم انشاؤه فى الصيف فاذا كان فى الشتاء فذلك لصالح المبانى). وحيث ان معامل التمدد لخرسانه الاسمنت هو ١٢ × ١٠^-٦ فان الفصر الذى يحدث بسبب ذلك فى عقد فتحته ٨٠ مترا وتنفيخه $\frac{١}{٥}$ هو ١٠ مليمتر

فمن ذلك يتضح ان الفصر الذى ينتج من هذه الاسباب الثلاثة مجتمعة قد يبلغ ٧٦ مليمتر (فى عقد فتحته ٨٠ متر وتنفاخة $\frac{١}{٥}$) وفى الحقيقة يجب اضافة مقدار هبوط الكتفين المسموح به فى حدود المرونة

وحيث أن هذه التغييرات فى طول العقد كبيرة فى حد ذاتها فضلا عن انها تولد جهودا طفيلية (أى غير منظورة حسب قواعد ثبات المبانى) في العقد لا يقابلها تأثيرات مفيدة

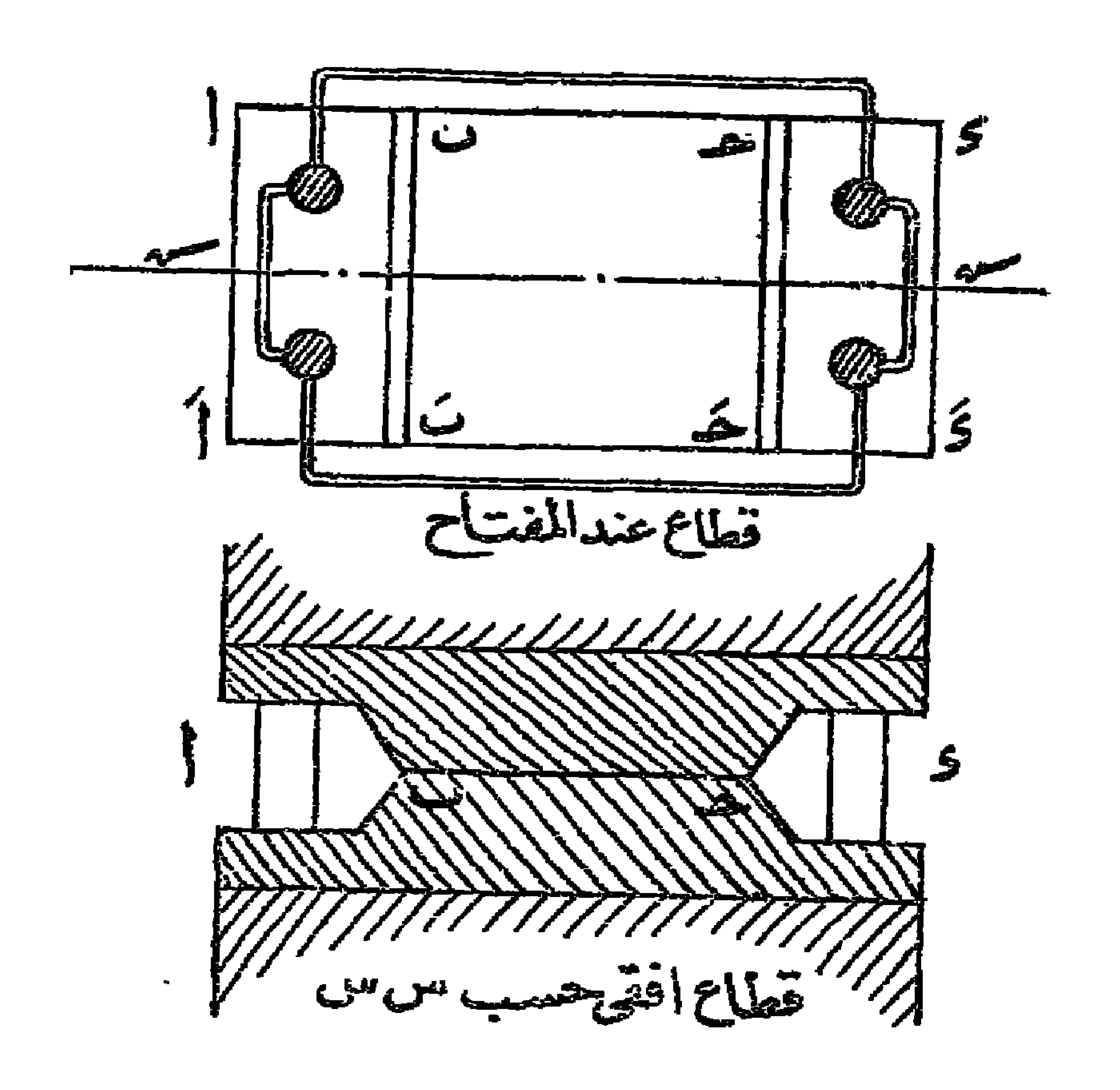
وحيث أن انشاء العقود الكبيرة بخرسانة الاسمنت يكون عرضة للتلف اذا لم تتخذ وسائل لمنع تأثير هذا القصر الكبير على ثباتها.

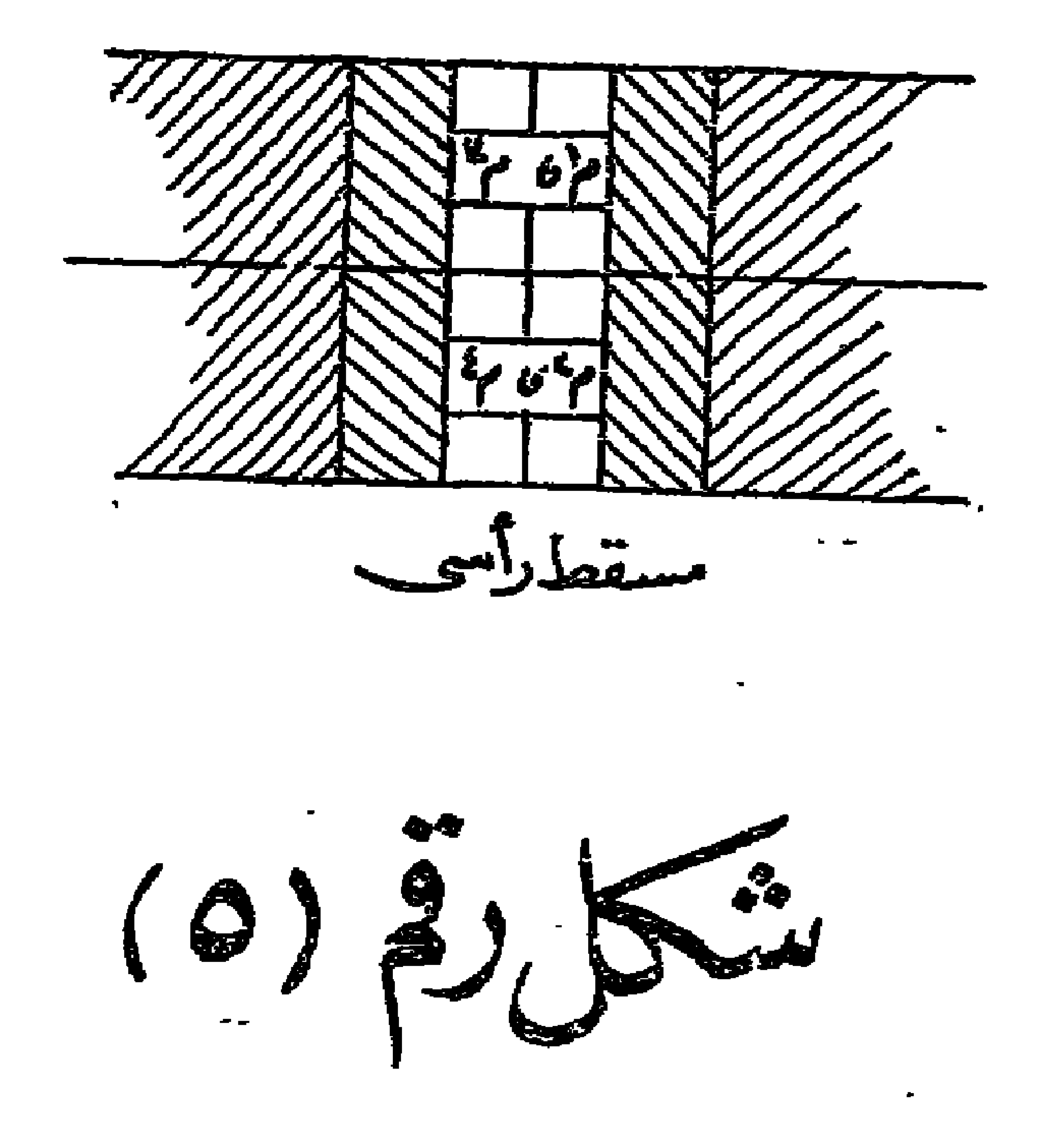
وحيث أن الوسائل التى اتخذها الألمان لمنع تأثير هذ القصر بواسطة وضع مفصلات فى العقد لا تصلح الا فى أحوال خاصه لانها تؤدى الى رفع تكاليف انشاء العقود بنسبة كبيرة فضلاً عن ثقل منظرها وقابليتها للاهتزاز وعن أن مقاومتها للأحمال المتحركة أقل بكثير من العقود المثبته عند رجليها وفي كل طولها

لهذه الاسباب كلها عمل الفرنسويون على ايجاد حل نهائى للمسألة فوصلوا الى القاعدة الآتية وهى (يجب ضغط العقد بطريقة مباشرة تكون نتيجتها رفع العقد من فوق العبوة وبذلك يتم فك العبوة ويتم تحميل العقد بطريقة مباشرة)

ولأجل تحقيق هذه النظرية تصور المسيو فرايسينيه فتح اللحام الذى عند المفتاح (الغلق) بواسطة مكابس ايدراليكية ثم وضع لوح (*Vêsins hydrauliqe — hydraulic jacks*) من الاسمنت المسلح فى ذلك اللحام بحيث يكون مقدار سمك اللوح مصححاً مقدما للقصر الذى يحدث للعقد فيما بعد من الاسباب السابق ذكرها ففى كوبرى (*Villeneuve-sur-Got*) على نهر *Got* بفرنسا طبق المسيو فرايسينيه هذه الطريقة كالآتى (انظر شكل رقم ٥)

عند بناء غلق العقد عمل لحام بدون سمك وكانت الصنجتان المتقابلتان الاخيرتان مصنوعتين من الاسمنت المسلح بنسبة الف كيلو جرام من الاسمنت للمتر المكعب (وبنسبة ½ ٢ في المائة من الحديد) بحيث يكون التسليح موزعا بشكل يمنع تمدد الخرسانة في اتجاه عمودى





شكل رقم (٥)

على اتجاه ضغط المكابس الايدروليكية ومع مراعاة ان تكون الصنجتين المذكورتان متلاصقتان فى المسافة ب حـ فقط اى ترك محابس للمكابس م١ ، م٢ ، م٣ ، م٤

وقد روعى عند وضع المكابس فى محلاتها ان توضع على الواح مربعة من الصلب سمكها ٥ سنتيمتر وذات مساحة كافية لتوزيع ضغط المكابس على كل صنجة بحيث لا يحصل تفتت او تشرخ فيها

وقوة كل مكبس تكون مناسبة لثقل مبانى العقد اى للفتحة ولاجل اعطاء فكرة عن قوة هذه المكابس نذكر ان ضغط كل من الاربعة مكابس التى استعملت فى كوبرى (*Villeneuve-sur-Got*) بفرنسا الذى فتحته ٩٦،٢٥ متر بلغت ٢٧٠ طن اى كان الضغط اللازم لكل عقد من عقدى الكوبرى المذكور ١٠٨٠ طن وكانت قوة كل مكبس ٥٠٠ طن وتشتغل هذه المكابس فى حالة الكوبرى المذكور (بطلمبة واحدة لجعل الضغط واحداً فى الاربعة مكابس) شوهد اولا ان اللحام ب حـ يفتح تدريجيا بدون ان يصعد العقد من فوق العبوة الى ان وصلت الفتحة ٢ سنتيمتر وكان ضغط كل مكبس في هذه اللحظة ٢٦٠ طن ، و بعد ذلك اصبح صعود العقد من فوق العبوة مناسبا لزيادة الضغط فى المكابس التى كانت بطيئة جدا لانها تتبع القصر الذى يحصل فى طول العقد الذى سبب نقصان سهم الانحناء فيزيد فى الضغط الافقى عند الغلق ، وقد وصل الضغط الى ٢٧٠ طن لكل مكبس كما تقدم ووصلت فتحة اللحام فى تلك اللحظة

٨ سنتيمتر عند ظهر العقد و٧ سنتيمتر عند بطنه ووصل صعود العقد من فوق العبوة ٩ سنتيمتر ، فى تلك الفتحة صار ادخال لوحين من الاسمنت المسلح مجهزين من قبل سمك كل منهما ٥ سنتيمتر ومسلح كل منهما بشبكة من الحديد بحيث تحمل ضغط كبير جدا وقد روعي عند ادخال هذين اللوحين فى الفتحة البالغ متوسطها ٧ ½ سنتيمتر دهان كل منهما بمونة الاسمنت الخالص بسمك ثلاثة ملليمتر على كل وجه.

وبعد ذلك صار ترك مياه المكابس تدريجيا فيخف الضغط وتقفل فتحة اللحام على اللوحين المذكورين وبانتهاء العملية شوهد ان فتحة اللحام اصبحت متساوية فى ظهر وبطن العقد ومقدارها ٥٣ ملليمتر وان صعود العقد فوق العبوة اصبح ٥٠ ملليمتر ، وبعد رفع المكابس صار ملء محلاتها بخرسانة الاسمنت من الجانبين بالاعتناء اللازم .

فمن حالة هذا الكوبرى يتضح انه صار تطويل محور العقد بمقدار ٥٣ ملليمتر كتعويض عن القصر الذى يحدث فى طول العقد بعد اتمام الكوبرى بسبب ضغط المادة فى حدود المرونة وبسبب هبوط الاكتاف فى حدود المرونة ايضا وبسبب جفاف وتصلب المونة.

ويجب فى استعمال هذه الطريقة ملاحظة جعل الخرسانة القريبة من الغلق (المفتاح) اقوى من الخرسانة المستعملة فى انشاء باقى العقد وبطول كاف لتحمل الزيادة فى الضغط الناشئة من المكابس الايدروليكية .

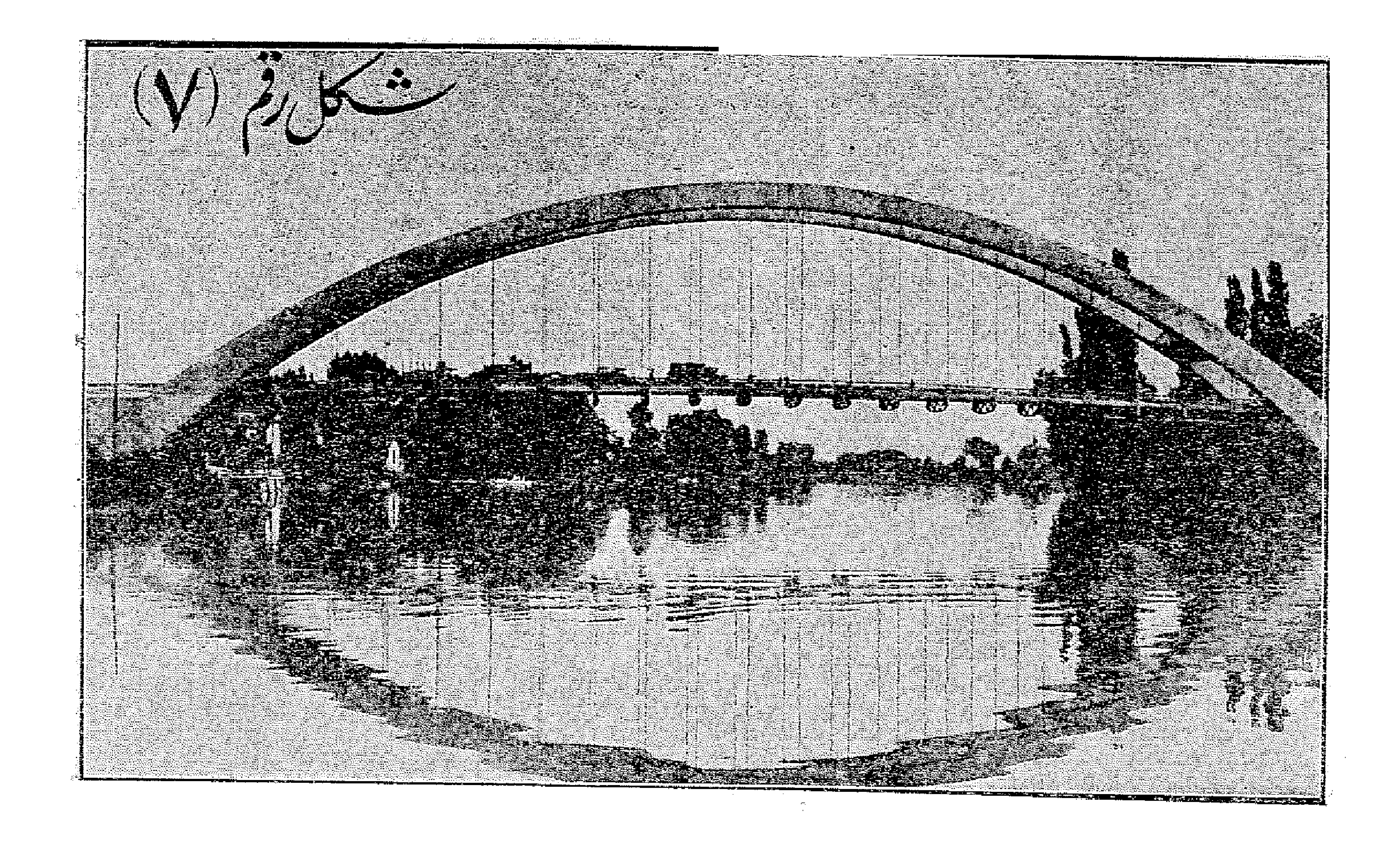
والشكل (رقم ٦) (لوحة ١٧ أطلس) يبين كوبرى

Villeneuvu-sur-Gnt المذكور الذى هو أول كوبرى أنشيء بهـذه الطريقة فى فرنسا أو فى العالم .

هـ) والنوع الرابع وهو انشاء الكبارى التى تزيد فتحاتها عن ١٥ متر بشكل اكتاف من خرسانة الاسمنت العادى وبعقود من الاسمنت المسلح (بشكل ريش) هو مثل النوع السابق والفـرق الوحيد هو ان العقد يكون مسلحا بالحديد بدل ان يكون مكونا من صنج من خرسانة الاسمنت العادة.

وقد أنشيء من هذا النوع عدة كبارى بفرنسا حضرت أواخر انشاء احدها على نهر السين بقرب مدينه *Rouen* عنـد بلدة *Saint Piere du Vauvray*

والشكل (رقم ٧) يبين شكل هـــذا الكوبرى وهو من طراز يصلح لاستعماله بالقطر المصرى على نهر النيل لان الارضية معلقة من الجانبين وبذلك يمكن جعل منسوب سطح الطريق او خط السكة الحديد غير مرتفع عما بجوارها كثيرا بعد ترك ارتفاع كاف للملاحة .


شكل رقم (٧)

« الخـــــــاتمة »

وخلاصة هذه المحاضرة التى ارجو أن يصل صداها الى كل زملائى المهندسين هو أن يجتهد كل مهندس ان يشيد الاعمال التى يعهد اليه بانشائها من المواد المحلية بقدر استطاعته مستفيدا من تقدم العلوم ومن تقدم طرق البناء بخرسانة الاسمنت العادية والخرسانة المسلحة وانه ليجد التشجيع الكافى في النجاح العظيم الذى صادف فى الماضى القريب و يصادف يوميا اعمال الخرسانة الاسمنتية واعمال الاسمنت المسلح فى اوروبا وامريكا حيث تقام معظم الاعمال العمومية والخصوصية من هذه المواد مع ان الحديد متوفر واثمانه معتدلة فيها فبالاولى يجب اتباع هذه الطرق فى مصر التى لا توجد فيها لا حديد ولا فحم حجرى .

وفى الختام اشكركم جميعا على تفضلكم بالحضور لسماع هذه المحاضرة

مطبعة أبي الهول بشارع محمد علي بالقاهرة
بجوار دار الكتب الخديوية لصاحبها عثمان فهمي